Cite this paper as: Ranjbarfard, M. & Arabi Moghadam, H., (2019), “Decision support system for locating multi-storey car parks in urban areas, case study: Tehran”, *Journal of Applied researches in Geographical Sciences, Vol. 19. No 52, 257-277*

Decision support system for locating multi-storey car parks in urban areas, case study: Tehran

Mina Ranjbarfard[1], Hourieh Arabi Moghadam

Abstract:

Today, one of the major problems of big cities is lack of parking space and consequently heavy traffic in most areas of the city. Considering the importance and pivotal role of multi-storey car parks in reducing traffic load and its smoothness, this study aims to provide a decision support system for locating multi-storey car parks in both mechanized and construction parking in Tehran using the Fuzzy Denp method completed. Data required to form GIS layers corresponding to each sub-criterion in order to find optimal locations for multi-storey car parks in six selected areas of the city; Obtained from Tehran Municipality and GIS certified professors. The selected areas of Tehran include areas 3, 6, 7, 10, 11 and 17, which were selected according to the mayors of these areas due to their urgent need to build a multi-storey car park. The weights of each sub-criterion were applied to the layers and finally the set of optimal locations for construction and mechanized parking was obtained separately in the selected areas. These locations were displayed as maps and estimated locations by a user interface, and the set of steps was considered as a decision support system. The results showed that the construction of mechanized parking in areas 6, 7 and 3 is more appropriate. For the building of construction parking, suitable and optimal places were obtained in all areas, which show that these areas are suitable for the making of construction parking.

Keywords: decision support system, construction and mechanized multi-storey car park, fuzzy Denp method, GIS, user interface.

[1] m.ranjbarfard@alzahra.ac.ir

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:08 IRST on Tuesday December 18th 2018

نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال نوزدهم، شماره ۵۲، بهار ۹۸

سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری به منظور مکان‌یابی پارکینگ‌های طبقاتی در محیط شهری، مورد مطالعه: شهر تهران

دریافت مقاله: ۹۶/۹/۲۶ **پذیرش نهایی:** ۹۷/۴/۱۸

صفحات: ۲۷۷-۲۵۷

مینا رنجبرفرد: استادیار رشته مدیریت فناوری اطلاعات، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران[1].

Email: mina.ranjbar.ie@gmail.com

حوریه اعرابی مقدم : دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مدیریت فناوری اطلاعات، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران.

Email: h2011arabi@gmail.com

چکیده

امروزه یکی از معضلات عمده شهرهای بزرگ؛ کمبود جای پارک خودروها و به تبع آن ایجاد ترافیک سنگین در بیشتر مناطق شهر است. با توجه به اهمیت و نقش محوری پارکینگ‌های طبقاتی در کاهش بار ترافیکی و روان شدن آن، این پژوهش با هدف ارائه یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری برای مکان‌یابی ساخت پارکینگ‌های طبقاتی از دو نوع پارکینگ مکانیزه و ساختمانی در شهر تهران با استفاده از روش دنپ فازی به انجام رسید. داده‌های موردنیاز برای تشکیل لایه‌هایGISمتناظر با هر زیرمعیار به منظور یافتن مکان‌های بهینه احداث پارکینگ طبقاتی در شش منطقه منتخب شهر؛ از شهرداری تهران و اساتید خبره GIS اخذ گردید. مناطق منتخب شهر تهران شامل مناطق ۳، ۶، ۷، ۱۰، ۱۱ و ۱۷ هستند که طبق نظر شهرداران این مناطق پیرامون نیاز مبرم آنها به ساخت پارکینگ طبقاتی انتخاب شدند. وزن‌های هر زیرمعیار به لایه‌ها اعمال شد و در نهایت مجموعه مکان‌های بهینه برای ساخت پارکینگ ساختمانی و مکانیزه به طور مجزا در مناطق منتخب به دست آمد. این مکان‌ها به صورت نقشه و موقعیت تخمینی به وسیله یک رابط کاربری نمایش داده شدند که مجموعه این مراحل به عنوان یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری درنظر گرفته شدند. نتایج به دست آمده نشان داد که احداث پارکینگ‌های مکانیزه در مناطق ۷، ۶ و ۳ مناسب‌تر است. برای ساخت پارکینگ‌های ساختمانی، در تمامی مناطق مکان‌های مناسب و بهینه به دست آمدند که نشان از مناسب‌بودن این مناطق برای ساخت پارکینگ ساختمانی دارند.

کلیدواژگان: سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری، پارکینگ طبقاتی ساختمانی و مکانیزه، روش دنپ فازی، GIS، رابط کاربری.

---

۱. **نویسنده مسئول**: تهران، خیابان ده ونک، دانشگاه الزهرا ، گروه مدیریت فناوری اطلاعات.

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:08 IRST on Tuesday December 18th 2018

مقدمه

در عصر حاضر با توجه به گسترش شهرها و پدیده شهرنشینی؛ مشکلات متعددی برای جوامع به وجود آمده‌است. با توجه به افزایش جمعیت شهرنشین در کلان‌شهرها واستفاده روزافزون شهروندان از وسایل نقلیه شخصی؛ به دلیل محدودیت ظرفیت شهرها در گنجایش حجم عظیمی ازخودروها، معضل ترافیک به شهرها تحمیل شده‌است که این معضل در شهرهای بزرگ مسئله‌ای است که زندگی تمام اقشار جامعه را تحت‌الشعاع قرار داده و علاوه بر اتلاف وقت افراد جامعه؛ هم سبب بروز مشکلات زیست محیطی شده و هم موجب تحمیل بار اقتصادی سنگینی بر بدنه جامعه و دولت می‌گردد. افراد در شهرها برای جابه‌جایی و انجام کارهای روزمره غالباً تمایل به استفاده از وسایل نقلیه شخصی دارند و همین امر موجب ایجاد ترافیک‌های دائمی و سنگین، اتلاف وقت و هزینه برای یافتن جای پارک و به تبع آن؛ آلودگی‌های زیست‌محیطی شده‌است. یکی از عوامل ایجاد ترافیک، کمبود فضای پارک برای خودروها است و طبق تحقیقاتی که انجام‌شده، کاهش ظرفیت راه‌ها بر اثر پارک درحاشیه آنها یا گردش خودروها برای یافتن فضای پارک، به ایجاد وافزایش ترافیک منجرشده‌است (نخعی‌پور و همکاران، ۱۳۸۸). بنابراین، نیاز به ایجاد فضای پارک به تعداد مناسب برای خودروها در شهرها بیش از پیش احساس می‌شود. یکی از راه‌های افزایش تعداد جای پارک خودرو؛ ساخت پارکینگ طبقاتی است که این پارکینگ انواع مختلفی دارد. از سوی دیگر، پیشرفت علم و فناوری که خود یکی از دلایل گسترش شهرنشینی است؛ با ارائه راه‌حل‌های گوناگون برای حل مشکلات بشر به کار گرفته می‌شود. با پیشرفت فناوری و ورود رایانه‌ها و سیستم‌های نرم‌افزاری به علوم گوناگون، امکان استفاده از سیستم‌های اطلاعاتی به‌منظور سهولت در انجام کارها، فراهم گردید. از جمله این سیستم‌ها می‌توان به سیستم‌های رایانه‌ای و تصمیم‌یار اشاره نمود که سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری یکی از نمونه‌های آن است. اتخاذ تصمیم برای ساخت پارکینگ شهرها در حوزه اختیارات مدیران شهری است و آنان می‌توانند از سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری در این امر یاری گیرند. با به‌کارگیری سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری در موضوعات مرتبط با مدیریت شهری، می‌توان گام‌های موثری برای حل معضلات و مسائل مهم شهرها برداشت. در این پژوهش یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری به منظور مکان‌یابی بهینه ساخت پارکینگ‌های طبقاتی (از نوع ساختمانی و مکانیزه) ارائه شده تا بتواند در راستای حل معضل بزرگ ترافیک در شهرها؛ مورد استفاده قرارگیرد. مزیت استفاده از پارکینگ طبقاتی در اشغال حجم کم توسط آن و ارائه فضای پارک به مراتب بیشتری به خودروهاست. بنابراین در این پژوهش، مسئله اصلی؛ چگونگی کمک سیستم پشتیبان تصمیم به مدیران شهری برای انتخاب مکان ساخت پارکینگ طبقاتی است.

در پژوهش‌های پیشین مربوط به مکان‌یابی پارکینگ‌های طبقاتی، غالباً از معیارها و زیرمعیارهای مشابه استفاده شده و تنها روش اجرای پژوهش در آنها تفاوت داشت. هم‌چنین در این مقالات به مکان‌یابی ساخت پارکینگ‌های مکانیزه توجه خاصی نشده و تنها تعداد معدودی از آنها به این امر اختصاص داشتند که آنها نیز معیارها و زیرمعیارهای ساخت پارکینگ‌های ساختمانی را به مکانیزه تعمیم داده بودند. از سوی دیگر، روش وزن‌دهی و رتبه‌بندی بیشتر پژوهش‌های مکان‌یابی ساخت پارکینگ؛ از میان روش‌های ساده و متداولی مانند AHP و TOPSIS انتخاب شده بود که تمایز خاصی میان این پژوهش‌ها ایجاد نمی‌نمود. مناطق مورد مطالعه در پژوهش‌های پیشین نیز در حد یک منطقه در شهرهایی مانند تهران، اصفهان، قم یا ... بود و برای حل معضل

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:08 IRST on Tuesday December 18th 2018

ترافیک در مناطق گسترده‌تری از این شهرها به کار نمی‌آمد. بنابر تمامی موارد مطرح‌شده؛ خلاء پژوهش‌های پیشین در انتخاب معیارها و زیرمعیارهای جامع‌تر برای پارکینگ‌های طبقاتی و نیز بررسی پارکینگ‌های مکانیزه به طور خاص؛ انتخاب روش‌های وزن‌دهی و رتبه‌بندی جدیدتر و کارآمدتر، گسترش مناطق مورد بررسی برای مکان‌یابی ساخت پارکینگ و در نهایت ارائه نتایج به صورت یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری می‌باشد که در این پژوهش سعی بر تکمیل این بخش‌ها و ارائه یک کار جامع‌تر و دقیق‌تر شد.

طراحی و توسعه یک رابط کاربری برای نمایش موقعیت حدودی مکان بهینه ساخت هر یک از دو نوع پارکینگ بخش جدیدی است که در پژوهش‌های مشابه به آن نپرداخته‌اند. این نوع نمایش خروجی بسیار کارا و متناسب است. مجموعه تمامی این بخش‌ها ارائه‌دهنده یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری است که در هیچ یک از پژوهش‌های گذشته پیاده‌سازی نشده‌است.

پارکینگ طبقاتی یک سازه طراحی‌شده برای پارکینگ خودروها است؛ به‌گونه‌ای که دارای چند طبقه برای افزایش تعداد خودروهایی است که امکان توقف دارند. آنچه در مبحث پارکینگ‌ها حائز اهمیت است؛ مدیریت تخصیص پارکینگ به منظور کمینه نمودن هزینه‌های ناشی از انتشار آلاینده‌ها و اتلاف زمان در ترافیک است (Wang et al., 2016). از آنجایی که تمامی سفرها با خودروها از یک جای پارک آغاز و به جای پارک دیگری ختم می‌شود (Christiansen et al., 2017) ؛ مدیریت جای پارک مورد نیاز برای شهرها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. زمان و سوخت؛ دو دارایی با ارزش برای افراد است (Thomas and Kovoor, 2018) که در طی زمان برای یافتن جای پارک به هدر می‌رود. پارکینگ‌های طبقاتی از انواع جایگاه توقف خودرو یا پارکینگ محسوب می‌شوند که شامل پارکینگ‌های ساختمانی و پارکینگ‌های مکانیزه (پارکینگ هوشمند) هستند. پارکینگ‌های هوشمند قابلیت پارک، انتقال، نگهداری و تحویل تعداد معینی از وسایل نقلیه را دارا هستند (Camacho, 2008). این پارکینگ‌ها که در ظرفیت‌های پارک مختلف ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴ یا ۱۶ وسیله نقلیه طراحی و اجرا شده؛ پدیده نوینی است که چندین ردیف از وسایل نقلیه را در کنار یکدیگر جای داده (Nourinejad et al., 2018) و تنها فضایی در حدود ۳۰ مترمربع اشغال می‌کند. این سیستم را می‌توان در زمین‌های بلاتکلیف و حتی نامتقارن به ابعاد تقریبی ۳۰ مترمربع که قاعدتاً امکان پارک دو وسیله نقلیه وجود دارد و حتی امکان دور زدن وسیله نقلیه نمی‌باشد؛ پیاده نمود. نحوه کار آن به صورت چرخ و فلکی است که سکوهایی برای پارک وسیله نقلیه در نظر گرفته شده است. (خاکسار و اعتصام، ۱۳۸۷). بعضی از ویژگی‌های منحصر به فرد این مجموعه عبارتند از: مقاومت در برابر زلزله، هزینه سرویس و نگهداری ناچیز و نصب و راه اندازی سریع آن می‌باشد (احمدی‌باصری و همکاران،۲۰۱۲). انتخاب مکان احداث پارکینگ‌های طبقاتی یکی از مسائل کلیدی در کلان‌شهرهایی مانند تهران می‌باشد. این مسئله باید با توجه به معیارهای به‌دست‌آمده از بررسی جنبه‌های مختلف تاثیرگذار بر انتخاب محل احداث، بررسی گردد. هدف اصلی مکان‌یابی؛ تعیین مکانهای مناسب برای احداث تجهیزات و امکانات شهری است. مکان‌یابی پارکینگ به معنی یافتن محلی مناسب برای احداث پارکینگ است که هم از لحاظ هزینه و هم از نظر پاسخ‌گویی به نیازهای منطقه مورد مطالعه، مکان بهینه باشد (ذکرالهی،۱۳۸۰). یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری مجموعه‌ای از برنامه‌ها و داده‌های مرتبط به‌هم به‌صورت یک سیستم اطلاعاتی مبتنی بر کامپیوتر است که با هدف کمک به مدیران در فرایند اخذ تصمیم به‌کار می‌رود. این سیستم دارای مشخصه‌های

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:08 IRST on Tuesday December 18th 2018

تعاملی‌بودن، انعطاف‌پذیری و قابلیت انطباق است که به‌صورت خاص، جهت پشتیبانی راه حل‌های یک مساله نیمه‌ساخت‌یافته و یا غیرساختاریافته برای بهبود فرآیند تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرد. سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری علاوه بر تحلیل اطلاعات در امر تصمیم‌گیریهای راهبردی نیز مشارکت می‌کنند؛ اما مشارکت آن‌ها صرفاً به‌صورت همکاری و پشتیبانی بوده و تصمیم نهایی با کاربر است. بر این اساس، به بررسی و مقایسه آنچه در پژوهش‌های مشابه پیرامون مکان‌یابی تجهیزات شهری و مخصوصاً پارکینگ‌های طبقاتی به انجام رسیده‌است؛ پرداخته می‌شود.

مکان‌یابی تجهیزات شهری

ی.وانگ و س.وانگ (۲۰۰۹) به بررسی مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت برای وسایل نقلیه مسافران پرداخته‌اند. در این مقاله مدل ترکیبی دوهدفه (کمترین هزینه و بیشترین پوشش‌دهی جمعیت) پیشنهاد شده که هدف از پیشنهاد این مدل، تعیین جایگاه سوخت برای پاسخگویی به نیاز سفرهای درون‌شهری و برون‌شهری است؛ که می‌تواند به‌منظور ارائه شبکه‌ای کارا از جایگاه‌های سوخت اعمال‌شود. بزرگی‌امیری و همکاران (۲۰۱۷) به مکان‌یابی یکپارچه ایستگاه‌های استقرار امداد هوایی (هلی‌کوپتر و هلی‌پد) برای انتقال سریع و امن مصدوم به نزدیک‌ترین مرکز درمانی پرداخته‌اند. بدری و همکاران (۱۹۹۸) مدلی چند منظوره برای مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی ارائه نموده‌اند که با هدف تعیین مکان کوچکترین مجموعه ایستگاه‌های موردنیاز برای ساخت ایستگاه‌های آتش‌نشانی به منظور پوشش تمامی مناطق شهری به انجام رسیده‌است. محدودیت‌های زمانی، مالی، تقاضا و ... برای بررسی در ۳۱ زیرناحیه در منطقه مورد مطالعه انتخاب شده‌اند. هالست و روزنبرگ (۱۹۹۱) به مکان‌یابی اورژانس‌های خدمات درمانی در محیط‌های روستایی و شهری کوچک پرداخته‌اند. ارائه خدمات متنوع، زمان پاسخ، انتخاب واحد درمانی و محیط مورد استفاده از جمله معیارهای مهم برای این مکان‌یابی درنظر گرفته شده‌اند. هم‌چنین سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای ایجاد پایگاه داده‌های چندبعدی درمورد مناطق با توزیع جغرافیایی جمعیتی " در خطر"، الگوهای خیابان، ویژگی‌های کارکنان، مکان وسایل نقلیه، ظرفیت و قابلیت بیمارستان مورداستفاده قرار گرفت. ولاچوپولو و همکاران (۲۰۰۱) به استفاده از سیستم‌های GIS در تصمیمات انتخاب مکان انبار پرداخته‌اند. عواملی مانند جمعیت مشتریان اطراف ناحیه انبار، قدرت خرید مشتریان، کیفیت ارتباطات حمل‌ونقل به مکان انبار، رقابت‌پذیری، اندازه ممکن برای فروشگاه، امکانات پارکینگ، هزینه مدیریت انبار، هزینه توزیع، تجهیزات پیشنهادی داخل فروشگاه مدنظر قرار گرفته و با کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی، فرآیند تصمیم‌گیری پیرامون انتخاب مکان احداث انبار به انجام رسیده‌است. بابان و پِری (۲۰۰۱) به‌منظور مکان‌یابی مزارع توربین‌های بادی در کشور انگستان؛ به توسعه و پیاده‌سازی رویکرد مبتنی بر GIS پرداختند. معیارهای به‌دست آمده برای ارزیابی شامل : فیزیکی، اقتصادی، محیطی، منابع و ملاحظات بصری و برنامه‌ریزی است. عوامل تاثیرگذار نیز شامل: نزدیکی به مناطق مسکونی، میزان سروصدا و مزاحمت آن، وجود سایه، کمربند سبز، نقشه‌برداری، زیست‌شناسی، طبقه‌بندی زمین زراعی، مناطق حفاظت‌شده و فاصله از خطوط شبکه برق است. برخی شرکت‌های خصوصی مشاوره‌ای نیز عواملی نظیر سرعت باد، باد غالب، نوع زمین، زمین‌های مجاور، پوشش گیاهی، نزدیکی به مناطق مسکونی، سروصدا و ظاهر تاسیسات را پیشنهاد داده‌اند. کوا و همکاران (۲۰۰۲) در مقاله دیگری از روش AHP فازی در ترکیب با شبکه‌های عصبی مصنوعی در یک سیستم پشتیبان

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:08 IRST on Tuesday December 18th 2018

تصمیم برای انتخاب مکان مناسب ساخت فروشگاه استفاده نموده‌اند. این مقاله به توسعه یک سیستم پشتیبان تصمیم پرداخته که این سیستم پیشنهادی شامل ۴ جزء توسعه ساختار سلسله‌مراتبی AHP فازی، تعیین وزن‌ها، جمع‌آوری داده و تصمیم‌گیری می‌باشد. برای ارزیابی عوامل نیز این عوامل به ۷ دسته اصلی شامل مشخصه‌های جمعیتی، جذب سفر، مشخصه‌های فروشگاه، رقابت، دسترسی، تناسب و ثبات اقتصادی (که این عامل به دلیل محدودیت زمانی بعداً حذف شد) تقسیم شده‌اند. بوفی و همکاران (۲۰۰۸)، مدلی برای مکان‌یابی محل تخلیه زباله کم خطر توسعه داده‌اند. معیارهای مورد نظر آنان شامل هزینه کلی سفر در واحد زمان (که مرتبط با مسافت طی‌شده است)، مجموع سختی مسیر در واحد زمان، هزینه کلی تاسیس تجهیزات و سختی اندازه‌گیری شده توسط دامنه سختی تجربه‌شده در شهرها یا حداکثر سختی تجربه‌شده، تعریف شده‌اند. در این پژوهش برای استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، معیارهای طول فاصله شهر، جمعیت شهر و پارامترهای بازدارنده (برای مثال شعاع قرارگیری محل تخلیه زباله) در نظرگرفته شده‌اند. فریل و همکاران (۲۰۱۴) برای مکان‌یابی ایستگاه‌های حمل‌ونقل و تجهیزات تدارکاتی نیز از روش GIS استفاده نموده‌اند. عوامل تصمیم نیز شامل شاخص میانگین تراکم ترافیک روزانه (ADT)، دسترسی، تراکم جمعیت، مسیرها و توقف‌گاه‌ها برای حمل‌ونقل عمومی، مراکز خرید، املاک صنعتی، اندازه ملک برای توسعه ساختمان و ... درنظر گرفته شده‌است. طهری و همکاران (۲۰۱۵) با هدف ارزیابی و انتخاب مکان‌های بهینه از میان مکان‌های پیشنهادی برای احداث مزارع صفحات خورشیدی، به مکان‌یابی مزارع صفحات خورشیدی پرداختند. در این مقاله چهار معیار مکان، کوه‌شناسی، کاربری زمین و آب‌وهوا شناسی مدنظر قرارگرفته‌اند که از روش AHP برای محاسبه وزن متناظر برای معیارها استفاده شده‌است. آکتاس و کباک (۲۰۱۶) یک مدل پیشنهادی برای مکان‌یابی توربین‌های بادی پیشنهاد داده‌اند. در این مقاله معیارهای محیطی مانند سروصدا، فاصله تا جاده و ...، تکنیکی مانند چگالی متوسط هوا، سرعت میانگین باد و ...، اقتصادی مانند هزینه زمین، هزینه سوخت و ... ، اجتماعی مانند موجود بودن نیروی کار، کاربری زمین و ... با استفاده از روش سلسله مراتبی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. کومار و بانسال (۲۰۱۶) برای انتخاب مکان ایمن یک ساختمان در یک منطقه مرتفع؛ یک روش‌شناسی مبتنی بر GIS پیشنهاد داده‌اند. پوشش گیاهی، جهت‌گیری زمین، رانش‌های زمین، کاربری زمین، نقاط آب‌خیز، تخلیه آب و فاضلاب، دسترسی به منابع آب، آب‌وهواشناسی، سیستم تخلیه مناسب، زراعت بیشتر، وضعیت حمل‌ونقل، مراکز تجاری، اهمیت منطقه، رانش‌های زمین، سیلاب‌ها، سیاست‌های محلی، موجودی بودجه، موجودی نیروی کار، مواد و مصالح، زلزله‌خیزی منطقه، قوانین برنامه‌ریزی شهر و کشور، فرسایش خاک، ردیف ساختمانی موجود، سر بار و حمل‌ونقل از جمله معیارهایی بودند که برای بررسی در این پژوهش مدنظر قرارگرفته‌اند. در روش‌شناسی این پژوهش با استفاده از GIS ، توپوگرافی ناحیه موردنظر با استفاده از مدل‌سازی سطح به صورت شبکه مثلثی نامنظم (TIN)، توسعه داده شده و ارزیابی شده‌است. دلووُ و همکاران (۲۰۱۸) برای مکان‌گُزینی مراکز بهداشتی-درمانی از ترکیب تحلیل فضایی در GIS با MCDA استفاده نموده‌اند. معیارهای موثر در این مقاله شامل کیفیت مکان، کیفیت محیط‌زیست، کیفیت عملکرد و جنبه‌های اقتصادی تعیین شده‌اند. سناروگلو و سلبی (۲۰۱۸) مقاله‌ای با هدف یافتن بهترین مکان برای احداث فرودگاه‌های نظامی با استفاده از روش AHP تلفیق‌شده با روش‌های PROMETHEE و VIKOR تهیه نموده‌اند. در این مقاله نُه عامل اصلی شامل معیارهای نظامی، پتانسیل گسترش در آینده، هزینه،

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:08 IRST on Tuesday December 18th 2018

اثرات زیست‌محیطی و اجتماعی، شرایط آب‌وهوایی، امکانات زیرساختی، زمین، ویژگی‌های جغرافیایی و نیازها و نیز ۳۳ زیرعامل مانند هزینه تملک زمین و ساخت، اندازه زمین، سرعت باد، تركم ترافیک و ... انتخاب و مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

فرزان‌منش و همکاران (۲۰۱۰) برای مکان‌گُزینی پارکینگ با استفاده از منطق فازی و تصمیم‌گیری چندمعیاره؛ ۶ معیار اصلی شامل فاصله از مراکز جذب سفر، دسترسی به خیابت‌های اصلی، ساخت، جمعیت، کاربری مناسب زمین برای فضاهای پارکینگ و موارد استفاده نامناسب از زمین و نیز ۶ زیرمعیار مانند مراکز اداری، پارک‌ها، تراکم جمعیت و ... را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. روش GIS و منطق فازی برای تعیین مکان مناسب احداث پارکینگ به کار گرفته‌شده‌اند. برای مسئله مکان‌گُزینی پارکینگ، احمدی‌باصری و همکاران (۲۰۱۲) به انتخاب مکان پارکینگ عمومی در شهر اصفهان با استفاده از مدل AHP پرداخته‌اند. ۳ عامل اصلی شامل فاصله از مراکز جذب گردشگر، فاصله از راه‌ها و ارزش زمین به همراه ۴ زیرعامل فاصله از مراکز تجاری، فاصله از مراکز بهداشتی-درمانی، فاصله از مراکز دولتی-اداری و فاصله از مراکز آموزشی و تربیتی انتخاب شده و سپس در محیط GIS لایه‌های مرتبط به هر معیار، تهیه و با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره AHP، این لایه‌ها با توجه به ضریب اهمیت آنها با یکدیگر ترکیب شده‌اند. جلوخانی‌نیارکی و مالزوسکی (۲۰۱۵) معیارهای هزینه و مزیت را به عنوان معیارهای اصلی به کارگرفته‌اند. معیارهای مرتبط با مزیت شامل دو زیر معیار جمعیت مجاور با مکان و حداقل اندازه مکان کاندید است. معیارهای مرتبط با هزینه نیز شامل فاصله تا راه اصلی، فاصله میانگین تا مراکز تفریحی، فاصله میانگین تا مراکز اداری، فاصله میانگین تا مراکز تجاری و فاصله میانگین تا ایستگاه‌های حمل‌ونقل است. این مقاله از روش GIS-MCDA مبتنی بر وب استفاده کرده که منجر به روش سیستم پشتیبان تصمیم فضایی چندمعیاره (MC-SDSS) شده‌است. کریمی و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از GIS به انتخاب مکان مناسب جهت احداث پارکینگ عمومی در شهر شیراز پرداخته‌اند. معیارهای مورد استفاده در این مقاله شامل فاصله از مراکز جذب گردشگر، استفاده نامناسب از مکان، دسترسی، ارزش ملک و کیفیت ساخت می‌باشد که با استفاده از روش AHP فازی وزن‌دهی شده‌اند.

در ایران نیز متکان و همکاران (۱۳۸۸) برای ساخت پارکینگ‌های طبقاتی با استفاده از روش فازی در محیط GIS در منطقه یک تهران اقدام به پژوهش نموده‌اند. برای دست‌یابی به این هدف، عواملی همچون فاصله از مراکز جذب سفر، فاصله از راه‌های دسترسی و معابر ارتباطی، هزینه تملک زمین و کاربری مناسب برای تاسیس پارکینگ و سایر امکانات مورد استفاده قرار گرفته‌اند. برای وزن‌دهی به معیارها از روش وزن‌دهی مقایسه زوجی استفاده شده‌است. طالبی (۱۳۸۹) نیز با استفاده از روش‌های AHP فازی و GIS، به مکان‌گُزینی بهینه پارکینگ‌های طبقاتی منطقه ۷ شهر تهران؛ براساس معیارهای فاصله از مراکز جاذب سفر، منطقه ممنوعه، دسترسی،ارزش ملک و کیفیت بنا؛ پرداخته‌است. سرور و یحیی‌پور (۱۳۹۳) به مکان‌یابی بهینه پارکینگ‌های طبقاتی با درنظرگرفتن معیارهایی همچون مراکز جاذب سفر، شبکه‌های دسترسی و معابر شهری، کیفیت بنا، گره‌های ترافیکی، انواع کاربری‌های مؤثر؛ در منطقه ۱۵ شهر تهران بر اساس مدل تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و منطق بولین (Boolean) با استفاده از GIS پرداخته‌اند. کامیابی و طاهری (۱۳۹۴) با درنظر گرفتن معیارهایی مانند جمعیت، شعاع عملکردی، کاربری‌های هم‌جوار، بهای زمین، توسعه آتی شهر و فاصله از مراکز جاذب سفر؛

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:08 IRST on Tuesday December 18th 2018

به تعیین مکان‌های بهینه برای استقرار پارکینگ‌های طبقاتی در شهر سمنان با استفاده از روش وزن‌دهی تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) وکنترل اولویت‌بندی توسط تکنیک TOPSIS اقدام نموده‌اند. قنادزاده و شکوری (۱۳۹۵) با مدنظر قراردادن معیارهای موثر فاصله از مراکز جذب سفر، شبکه‌های دسترسی، ارزش ملک، ترافیک و سازگاری؛ با استفاده از روش‌های AHP و GIS به مکان‌یابی پارکینگ‌های طبقاتی منطقه ۳ شهر تهران پرداخته‌اند. صادقی دروازه و همکاران (۱۳۹۶) سه معیار و ۱۶ زیرمعیار شامل عوامل زیست‌محیطی شامل آلودگی هوا، آلودگی صوتی و...، عوامل اجتماعی شامل جمعیت، نزدیکی به مراکز تجاری و اداری و ...، و درنهایت عوامل اقتصادی شامل ارزش زمین، کاربری زمین و ویژگی‌های بنا را به منظور مکان‌یابی پارکینگ‌های مکانیزه با رویکرد توسعه پایدار در شهر قم انتخاب نمودند. آنها از روش AHP برای رتبه‌بندی معیارها و برای رتبه‌بندی مکان‌های بالقوه احداث پارکینگ براساس معیارها از روش PROMETHEE فازی استفاده نموده‌اند.

هدف اصلی این پژوهش شامل توسعه یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری برای مکان‌یابی ساخت پارکینگ‌های طبقاتی ساختمانی و مکانیزه است. اهداف فرعی نیز در قالب شناسایی معیارها و زیرمعیارهای اصلی موثر بر مکان‌یابی پارکینگ‌های طبقاتی (هم ساختمانی و هم مکانیزه) و استخراج روابط درونی بین این معیارها و زیرمعیارها همراه با وزن‌دهی و رتبه‌بندی آنها با استفاده از روش دنپ فازی (Fuzzy DANP) مدنظر قرار گرفتند. پرسش‌های پژوهش نیز که در ابتدای کار برای اجرای پژوهش درنظر گرفته شدند؛ به شرح زیر هستند:

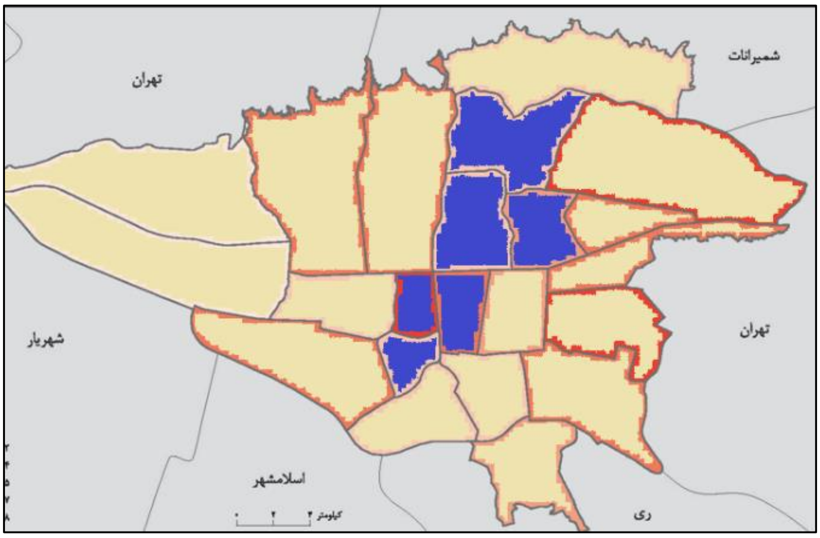
- اولویت مناطق شهری برای احداث پارکینگ طبقاتی چگونه است؟
- چه معیارهایی از نظر زمین‌شناسی،کاربردی و قوانین شهری و ... برای ساخت پارکینگ طبقاتی (هم ساختمانی و هم مکانیزه) باید مدنظر قرارگیرد؟
- سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری چگونه به ذی‌نفعان این پروژه کمک خواهدکرد؟

روش تحقیق

مناطق مورد مطالعه

با مطالعه در میان مناطق مختلف شهر تهران که نیازمند احداث پارکینگ طبقاتی بودند؛ مناطق ۳، ۶، ۷، ۱۰، ۱۱ و ۱۷ شهر تهران برای بررسی انتخاب شدند. نقشه این مناطق در شکل (۱) نشان داده شده‌است.

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:08 IRST on Tuesday December 18th 2018



شکل (۱). نقشه مناطق مورد مطالعه در شهر تهران

پژوهش حاضر از چندین جنبه نسبت به پژوهش‌های مشابهی که در بخش پیشینه بررسی شده‌اند؛ دارای نوآوری است. اولین نوآوری در بخش آغازین پژوهش است که مربوط به انتخاب نوع پارکینگ است. در تمامی پژوهش‌های گذشته فقط یک مقاله به مکان‌یابی پارکینگ‌های مکانیزه پرداخته بود که آن نیز تنها معیارها و زیرمعیارهای پارکینگ‌های ساختمانی را مورد استفاده قرار داده‌بود. اما در این پژوهش هر دو نوع پارکینگ طبقاتی و مکانیزه مورد بررسی قرارگرفتند و هر یک دارای معیارها و زیرمعیارهای خاص خود برای مکان‌یابی هستند. بنابراین نوآوری دوم مربوط به معیارها و زیرمعیارهای موثر بر مکان‌یابی پارکینگ‌های طبقاتی است. در بیشتر مقالات مربوط به پارکینگ؛ معیارهای تکراری و محدودی مانند معیارهای اجتماعی و اقتصادی مورد استفاده قرارگرفتند اما زیرمعیارها و معیارهای انتخاب‌شده برای استفاده در این پژوهش بسیار متنوع‌تر و جامع‌تر است و علاوه بر معیارهای مذکور، معیارهای عمرانی و شهری برای پارکینگ‌های ساختمانی و مکانیزه و معیارهای جغرافیایی و زمین‌شناسی علاوه بر موارد فوق؛ به طور خاص برای پارکینگ‌های مکانیزه مدنظر قرارگرفته‌اند.

روش دنپ فازی که برای وزن‌دهی و رتبه‌بندی معیارها زیرمعیارها استفاده شده نیز جزء جدیدترین روش‌های موجود است که در مقالات سال‌های اخیر نیز مورد استفاده واقع نشده‌است. با اینکه این روش ترکیبی از دو روش دیمتل و ANP است اما روش جدیدی محسوب می‌شود و نکات اجرایی خاص خود را دارد. استفاده از GIS نیز در مقالات برای مکان‌یابی پارکینگ به ندرت استفاده شده و غالباً به رتبه‌بندی معیارها بسنده کرده‌اند؛ بنابراین استفاده از این روش در این پژوهش نکته مثبت و قابل توجهی است.

با استفاده از روش کتابخانه‌ای شامل مراجعه به پژوهش‌های مرتبط پیشین؛ در کنار تکمیل پرسش‌نامه توسط خبرگان رشته‌های موردنظر که از جمله روش‌های میدانی برای جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات هستند به گردآوری داده‌های اولیه پرداخته شده‌است. پس از استخراج معیارها و زیرمعیارها از مقالات بررسی شده در بخش پیشینه پژوهش، با استفاده از نظر ۲۰ نفر از خبرگان به اعتبارسنجی آنها اقدام شد. برای این اعتبارسنجی؛ روش‌های مختلفی وجود دارد که از میان آنها روش تجمیع نظر خبرگان (CVR) انتخاب شد و در طی اعمال این روش؛

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:08 IRST on Tuesday December 18th 2018

آن دسته از زیرمعیارها که حدنصاب لازم را کسب نکردند؛ حذف شدند. بنابر این خروجی پرسش‌نامه اعتبارسنجی؛ زیرمعیارهای نهایی موثر بر مکان‌یابی پارکینگ‌های طبقاتی شامل هر دو نوع پارکینگ ساختمانی و مکانیزه (هوشمند) است. مرحله بعد؛ وزن‌دهی و اولویت‌بندی این زیرمعیارهای نهایی است. پس از بررسی و مقایسه انواع روش‌های پیشنهادی موجود برای رتبه‌بندی؛ روش ANP به دلیل عدم نیاز به گزینه از پیش تعیین‌شده و نیز درنظرگرفتن ساختار روابط درونی معیارها انتخاب شد. هم‌چنین به دلیل اینکه روش دیمتل؛ ساختار پیچیده روابط علی میان معیارها و زیرمعیارها را درنظر می‌گیرد (Mazzuto et al.,2018)؛ استفاده از روش DEMATEL نیز مدنظر قرارگرفت. بنابراین با ترکیب روش‌های مذکور یعنی روش دنپ فازی؛ وزن‌دهی و رتبه‌بندی این زیرمعیارها انجام شده‌است. پرسش‌نامه دیمتل برای این منظور طراحی شد و در اختیار ۱۰ نفر خبره قرارگرفت. برای حذف ابهامات کلامی در نظر خبرگان، تصمیم به استفاده از روش دنپ در حالت فازی گرفته شد. پس از آن، باید خروجی این رتبه‌بندی به سیستم GIS وارد شود تا هر معیار و زیرمعیار بنابر وزنی که گرفته لایه‌ای از این سیستم را تشکیل دهد و با تجمیع لایه‌ها؛ مکان بهینه برای احداث پارکینگ طبقاتی در هر منطقه به دست آید. برای مناطق مورد مطالعه در شهر تهران؛ مناطق ۳، ۶، ۷، ۱۰، ۱۱ و ۱۷ به عنوان کاندید انتخاب شدند. برخی داده‌های GIS متناظر با زیرمعیارها موجود بوده و از اساتید این رشته و نیز وب سایت شهرداری تهران به دست آمدند. برخی داده‌هایGIS نیز موجود نبودند که لایه‌های موردنظر برای این زیرمعیارها با استفاده از داده‌های موجود تشکیل شدند. پس از تشکیل لایه‌های متناظر با هر زیرمعیار در نرم‌افزار ArcMap، وزن‌های هر زیرمعیار نیز به لایه‌ها اعمال شدند و در نهایت طیف مکان‌های بهینه برای ساخت پارکینگ طبقاتی از بین این مناطق به دست آمد. برای نمایش گرافیکی خروجی GIS نیز از یک رابط کاربری استفاده می‌شود. در نهایت محل احداث این پارکینگ روی نقشه همراه با نام خیابان و منطقه، توسط رابط کاربری که به زبان HTML توسعه داده شده؛ به کاربر نشان داده خواهدشد. کاربر در این نرم‌افزار با انتخاب نوع پارکینگ موردنظر خود؛ محل احداث پارکینگ را روی نقشه مشاهده می‌کند.

نتایج

این پژوهش دارای بخش‌های اعتبارسنجی معیارها و زیرمعیارهای موثر در مکان‌یابی پارکینگ، رتبه‌بندی آنها، مکان‌یابی پارکینگ و نمایش خروجی در رابط کاربری است. هر یک از این بخش‌ها یافته‌های متفاوتی دارند که در ادامه به آنها اشاره خواهدشد.

به منظور پوشش حوزه‌های گسترده‌تری از علوم که بر مسئله مکان‌یابی پارکینگ تاثیرگذار هستند؛ معیارها و زیرمعیارهای مشترک کاندیدای در پارکینگ‌های مکانیزه و ساختمانی به منظور ارزیابی در جدول(۱) آورده شده‌اند. زیرمعیارهای کاندیدا منتخب که مختص پارکینگ‌های مکانیزه هستند؛ در جدول(۲) ارائه گردید.

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:08 IRST on Tuesday December 18th 2018

جدول (۱). معیارها و زیرمعیارهای مشترک کاندیدا در مکان‌یابی پارکینگ‌های ساختمانی و مکانیزه

ردیف	معیار	زیرمعیار
۱	اجتماعی C_1	نزدیکی به مراکز جذب سفر(تفریحی، اداری، تجاری، مذهبی،درمانی و..) – S_{11}
		فاصله پارکینگ تا مسیرهای اصلی پیرامون- S_{12}
		جمعیت منطقه – S_{13}
		تقاضا (پاسخگوبودن به نیازهای منطقه)- S_{14}
		موجود بودن نیروی کار در منطقه- S_{15}
۲	اقتصادی C_2	هزینه تملک زمین – S_{21}
		هزینه ساخت و نگهداری بنا – S_{22}
		بازدهی اقتصادی پارکینگ – S_{23}
۳	فیزیکی/عمرانی C_3	کیفیت ساخت بنا – S_{31}
		کاربری زمین در مکان‌های پیشنهادی – S_{32}
		سازگاری بنا با محیط‌زیست – S_{33}
۴	شهری C_4	رعایت قوانین برنامه‌ریزی شهر و کشور – S_{41}

جدول (۲). معیارها و زیرمعیارهای کاندیدا مختص پارکینگ‌های مکانیزه

ردیف	معیار	زیرمعیار
۱	جغرافیایی C_5	وضعیت آب‌وهوایی (میانگین سرعت باد، تعداد صاعقه، سیل‌خیزی و...) – S_{51}
۲	زمین‌شناسی C_6	استحکام جنس زمین – S_{61}
		زلزله‌خیزی منطقه – S_{62}

لازم است برای تایید تمامی معیارها و زیرمعیارها از نظر خبرگان استفاده شود. بنابراین معیارها و زیرمعیارهای فوق؛ کاندیدا بوده و زیرمعیارهای نهایی نمی‌باشند.

اعتبارسنجی معیارها و زیرمعیارها

به منظور اعتبارسنجی معیارها و زیرمعیارهای موثر در مکان‌یابی پارکینگ‌های طبقاتی، پرسش‌نامه‌ای تحت همین عنوان توسط خبرگان تکمیل شد. در نهایت از میان معیارها و زیرمعیارهای مشترک برای پارکینگ ساختمانی و مکانیزه؛ ۲ زیرمعیار و برای زیرمعیارهای مختص پارکینگ طبقاتی؛ ۱ زیرمعیار حذف شد. در جدول (۳) تمامی معیارها و زیرمعیارهای نهایی مشترک موثر برای مکان‌یابی ساخت پارکینگ ساختمانی و مکانیزه آورده شده‌است. در جدول(۴) نیز معیارها و زیرمعیارهای نهایی مختص مکان‌یابی پارکینگ‌های مکانیزه آورده شده‌است. آلفای کرونباخ برای هر معیار در هر دو نوع پارکینگ در جدول (۵) نشان داده شده‌است. آلفای کرونباخ کل برای پرسش‌نامه اعتبارسنجی برای پارکینگ مکانیزه معادل ۰/۸۱۸ است که نشان از تایید پایایی پرسش‌نامه دارد.

جدول (۳). معیارها و زیرمعیارهای نهایی مشترک برای مکان‌یابی پارکینگ‌های ساختمانی و مکانیزه

ردیف	معیار	زیرمعیار
۱	اجتماعی C_1	نزدیکی به مراکز جذب سفر(تفریحی، اداری، تجاری، مذهبی،درمانی و..) – S_{11}
		فاصله پارکینگ تا مسیرهای اصلی پیرامون- S_{12}
		جمعیت منطقه – S_{13}

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:08 IRST on Tuesday December 18th 2018

		تقاضا (پاسخگوبودن به نیازهای منطقه)- S_{14}
۲	اقتصادی C_2	هزینه تملک زمین – S_{21}
		هزینه ساخت و نگهداری بنا – S_{22}
		بازدهی اقتصادی پارکینگ – S_{23}
۳	فیزیکی/عمرانی C_3	کیفیت ساخت بنا – S_{31}
		سازگاری بنا با محیط‌زیست – S_{32}
۴	شهریC_4	رعایت قوانین برنامه‌ریزی شهر و کشور – S_{41}

جدول (۴). معیارها و زیرمعیارهای نهایی مختص مکان‌یابی پارکینگ‌های مکانیزه

ردیف	معیار	زیرمعیار
۱	جغرافیایی C_5	وضعیت آب‌وهوایی (میانگین سرعت باد، تعداد صاعقه، سیل‌خیزی و...) – S_{51}
۲	زمین‌شناسیC_6	زلزله‌خیزی منطقه – S_{61}

جدول (۵). مقدار آلفای کرونباخ برای معیارهای پرسش‌نامه اعتبارسنجی پارکینگ مکانیزه

	Reliability Statistics	
Criteria	Cronbach's Alpha	N of Items
C_1	۰/۷۵۵	۵
C_2	۰/۷۲۳	۳
C_3	۰/۷۱۲	۳
C_6	۰/۷۷۴	۳

با توجه به اینکه ۴ معیار مشخص شده در جدول (۵) در مکان‌یابی پارکینگ‌های ساختمانی؛ با پارکینگ‌های مکانیزه مشترک هستند؛ و معیار چهارم نیز تنها یک زیرمعیار دارد؛ بنابراین آلفای کرونباخ معیارهای C_1 تا C_3 برای پارکینگ‌های ساختمانی، همانند این مقادیر برای پارکینگ مکانیزه است که در جدول (۵) نشان داده شده‌اند. آلفای کلی برای پارکینگ ساختمانی معادل ۰,۷۹۰ می‌باشد. لازم به ذکر است با توجه به اینکه معیارهای شهری و جغرافیایی (C_4 و C_5) دارای تنها یک زیرمعیار بودند؛ آلفای کرونباخ برای آنها قابل محاسبه نبود.

رتبه‌بندی معیارها و زیرمعیارها

پس از اعتبارسنجی معیارها و زیرمعیارها با استفاده از روش تجمیع نظر خبرگان (CVR)، در نهایت ۴ معیار و ۱۰ زیرمعیار مشترک میان پارکینگ‌های ساختمانی و مکانیزه و ۲ معیار و ۲ زیرمعیار مختص پارکینگ‌های مکانیزه به دست آمد. پس از آن برای تعیین روابط درونی میان این عوامل و وزن‌دهی به آنها، از روش DANP فازی استفاده شده‌است. برای این منظور از نرم‌افزار Excel و توابع آن مورد استفاده واقع شده‌اند. این روش شامل گام‌های زیر است:

- محاسبه ماتریس ارتباط مستقیم (D)
- نرمال‌سازی ماتریس ارتباط مستقیم
- محاسبه ماتریس ارتباط کامل معیارها (T_C)

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:08 IRST on Tuesday December 18th 2018

- محاسبه ماتریس ارتباط کامل ابعاد(T_D^{α})
- نرمال‌سازی ماتریس ارتباط کامل ابعاد (T_D^{α})
- نرمال‌سازی ماتریس ارتباط کامل معیارها ($\mathbf{T_C^{\alpha}}$) و تشکیل سوپرماتریس ناموزون اولیه
- تشکیل سوپرماتریس موزون
- تشکیل سوپرماتریس حدی
- استخراج وزن‌ها و رتبه‌بندی معیارها و زیرمعیارها

با اجرای گام‌های فوق، درنهایت اوزان نسبی و نهایی معیارها و زیرمعیارها موثر در مکان‌یابی پارکینگ‌های ساختمانی در جدول (۶) و پارکینگ‌های مکانیزه در جدول (۷) آورده شده‌اند.

جدول (۶). اوزان نسبی و نهایی معیارها و زیرمعیارهای پارکینگ ساختمانی

معیارها و زیرمعیارها	وزن نسبی	وزن نهایی	اولویت‌بندی
C_1	۰,۲۴۳۰		۳
S_{11}	۰,۲۴۵۶	۰,۰۵۹۷	۴
S_{12}	۰,۲۴۶۴	۰,۰۵۹۹	۳
S_{13}	۰,۲۴۶۸	۰,۰۶۰۰	۲
S_{14}	۰,۲۶۱۲	۰,۰۶۳۵	۱
C_2	۰,۲۵۶۴		۲
S_{21}	۰,۳۲۰۵	۰,۰۷۷۰	۳
S_{22}	۰,۳۷۹۱	۰,۰۸۲۲	۲
S_{23}	۰,۳۷۹۱	۰,۰۹۷۲	۱
C_3	۰,۲۳۲۰		۴
S_{31}	۰,۵۳۴۰	۰,۱۲۳۹	۱
S_{32}	۰,۴۶۶۰	۰,۱۰۸۱	۲
C_4	۰,۲۶۸۶		۱
S_{41}	۱,۰۰۰۰	۰,۲۶۸۶	۱

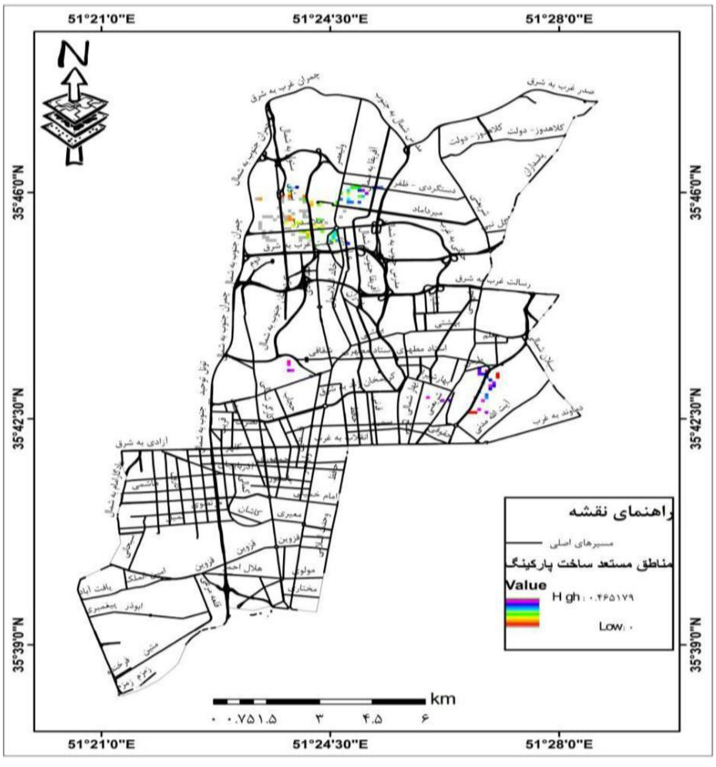
جدول (۷). اوزان نسبی و نهایی معیارها و زیرمعیارهای پارکینگ مکانیزه

معیارها و زیرمعیارها	وزن نسبی	وزن نهایی	اولویت‌بندی
C_1	۰,۱۷۵۹		۴
S_{11}	۰,۲۳۷۲	۰,۰۴۱۷	۳
S_{12}	۰,۲۳۵۶	۰,۰۴۱۴	۴
S_{13}	۰,۲۶۷۲	۰,۰۴۷۰	۱
S_{14}	۰,۲۶۰۰	۰,۰۴۵۷	۲
C_2	۰,۱۹۱۷		۲
S_{21}	۰,۳۰۲۶	۰,۰۵۸۰	۳
S_{22}	۰,۳۳۸۶	۰,۰۶۴۹	۲
S_{23}	۰,۳۵۸۸	۰,۰۶۸۸	۱
C_3	۰,۱۸۰۰		۳
S_{31}	۰,۵۳۲۷	۰,۰۹۵۹	۱

S_{32}	۰,۴۶۷۳	۰,۰۸۴۱	۲
C_4	۰,۲۰۰۵		۱
S_{41}	۱,۰۰۰۰	۰,۲۰۰۵	۱
C_5	۰,۱۳۱۶		۵
S_{51}	۱,۰۰۰۰	۰,۱۳۱۶	۱
C_6	۰,۱۲۰۲		۶
S_{61}	۱,۰۰۰۰	۰,۱۲۰۲	۱

مکان‌یابی ساخت پارکینگ‌های طبقاتی با استفاده از GIS

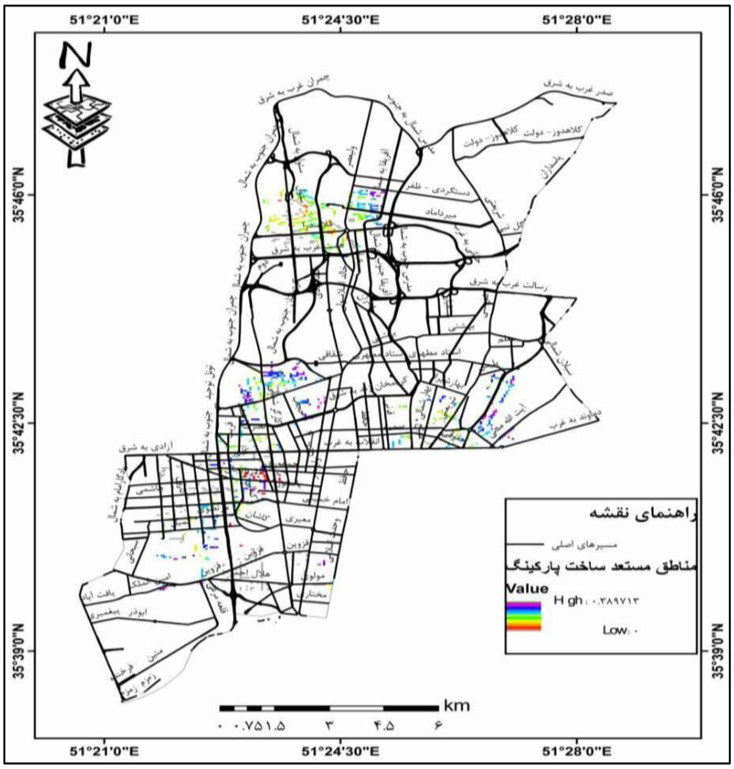
با استخراج وزن زیرمعیارها، و تهیه لایه‌های متناظر با هر زیرلایه، مکان‌یابی هر دو نوع پارکینگ مکانیزه و ساختمانی در مناطق ۳، ۶، ۷، ۱۰، ۱۱ و ۱۷ شهر تهران میسر شد. با تلفیق لایه‌ها و اعمال وزن زیرمعیار متناظر؛ خروجی به صورت یک طیف شامل مکان‌های بسیار مناسب تا مکان‌های بسیار نامناسب برای ساخت هر دو نوع پارکینگ ساختمانی و مکانیزه به دست آمده‌است. شکل (۲) نشان‌دهنده این طیف برای ساخت پارکینگ مکانیزه و شکل (۳) برای ساخت پارکینگ ساختمانی است. مطابق طیفی که در راهنمای نقشه نشان داده‌شده، مناطقی که در روی نقشه با رنگ بنفش نمایش داده شده‌اند؛ نشان‌دهنده مناسب‌ترین مکان‌ها و نقاطی که روی نقشه با رنگ خاکستری نمایش داده شده‌اند؛ نامناسب‌ترین مکان‌ها در مناطق منتخب برای ساخت پارکینگ طبقاتی مکانیزه هستند.



شکل (۲). خروجی سیستم GIS برای طیف مکان‌های مناسب و نامناسب برای ساخت پارکینگ مکانیزه

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:08 IRST on Tuesday December 18th 2018

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:08 IRST on Tuesday December 18th 2018



شکل (۳). خروجی سیستم GIS برای طیف مکان‌های مناسب و نامناسب ساخت پارکینگ ساختمانی

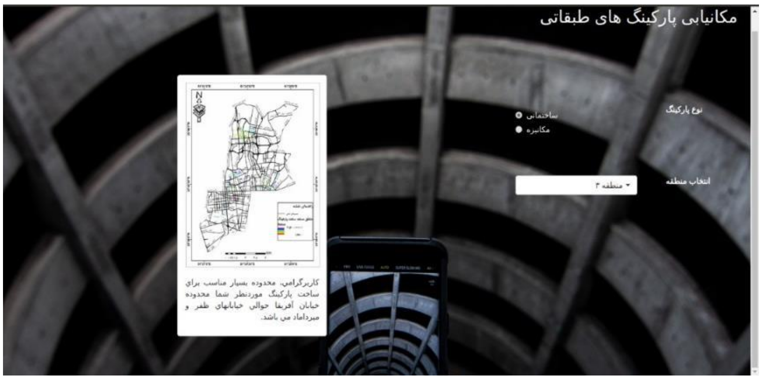
این خروجی‌ها در رابط کاربری که با زبان HTML توسعه داده شده؛ نمایش داده می‌شود. مقدار اطلاعاتی که در یک رابط کاربری نشان داده می‌شود باید مناسب باشد تا سهولت استفاده کاربر از آن را تضمین نماید (Han and Patterson, 2017). در این رابط کاربری، کاربر با انتخاب نوع پارکینگ و منطقه موردنظر برای احداث پارکینگ، می‌تواند محدوده خروجی مناسب را به صورت متن همراه با نقشه خروجی GIS مشاهده نماید. شکل (۴) نمونه‌ای از صفحه رابط کاربری برای نمایش مکان بهینه ساخت پارکینگ مکانیزه در منطقه ۱۰ را نشان می‌دهد.



شکل (۴). نمایش مکان بهینه ساخت پارکینگ مکانیزه در منطقه ۱۰ در صفحه رابط کاربری

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:08 IRST on Tuesday December 18th 2018

شکل (۵) نیز نمونه‌ای از صفحه رابط کاربری برای نمایش مکان بهینه ساخت پارکینگ ساختمانی در منطقه ۳ را نشان می‌دهد.



شکل (۵). نمایش مکان بهینه ساخت پارکینگ ساختمانی در منطقه ۳ در صفحه رابط کاربری

مطالعه موردی مناطق منتخب شهر تهران

اولین هدف از سری اهداف موردنظر در این پژوهش؛ شناسایی معیارها و زیرمعیارهای موثر بر مکان‌یابی پارکینگ‌های مکانیزه و ساختمانی بود؛ زیرا که بدون شناخت این عوامل موثر؛ عملاً مکان‌یابی غیر ممکن بود. معیارها و زیرمعیارهای کاندیدا در جداول(۱ و ۲) به تفضیل نمایش داده شده‌اند. سپس این معیارها و زیرمعیارها توسط خبرگان اعتبارسنجی و نمره‌دهی شده و در جدول (۳ و ۴) به صورت نهایی نمایش داده شده‌اند. پس از آن با استفاده از نظر خبرگان اقدام به وزن‌دهی و رتبه‌بندی آنها شد که نتایج در ادامه آورده شده‌است. برای پارکینگ مکانیزه:

- ❖ معیار اجتماعی با وزن ۰/۱۷۵۹ شامل زیرمعیارهای
  - فاصله از مراکز جذب سفر (مانند مراکز تفریحی، آموزشی، مذهبی و ...)
  - فاصله تا مسیرهای اصلی پیرامون
  - جمعیت منطقه
  - تقاضا (پاسخگو بودن به نیازهای منطقه)
- ❖ معیار اقتصادی با وزن ۰/۱۹۱۷ شامل زیرمعیارهای
  - هزینه تملک زمین
  - هزینه ساخت و نگهداری بنا
  - بازدهی اقتصادی پارکینگ
- ❖ معیار فیزیکی/عمرانی با وزن ۰/۱۸ شامل زیرمعیارهای
  - کیفیت ساخت بنا
  - سازگاری بنا با محیط‌زیست
- ❖ معیار شهری با وزن ۰/۲۰۰۵ شامل زیرمعیار

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:08 IRST on Tuesday December 18th 2018

- رعایت قوانین شهر و کشور

❖ معیار جغرافیایی با وزن ۰/۱۳۱۶ شامل زیرمعیار

- وضعیت آب‌وهوایی (شدت و سرعت باد، سیل‌خیزی و...)

❖ معیار زمین‌شناسی با وزن ۰/۱۲۰۲ شامل زیرمعیار

- زلزله‌خیزی منطقه

در نظر گرفته شدند. جدول (۸) وزن هر زیرمعیار را با رتبه‌بندی آنها نشان می‌دهد.

جدول (۸). نتایج نهایی رتبه‌بندی و وزن‌دهی زیرمعیارهای موثر برای پارکینگ مکانیزه

رتبه	وزن	زیرمعیارها
۱	۰,۲۰۰۵	رعایت قوانین شهر و کشور
۲	۰,۱۳۱۶	وضعیت آب‌وهوایی
۳	۰,۱۲۰۲	زلزله‌خیزی منطقه
۴	۰,۰۹۵۹	کیفیت ساخت بنا
۵	۰,۰۸۴۱	سازگاری بنا با محیط‌زیست
۶	۰,۰۶۸۸	بازدهی اقتصادی پارکینگ
۷	۰,۰۶۴۹	هزینه ساخت و نگهداری بنا
۸	۰,۰۵۸	هزینه تملک زمین
۹	۰,۰۴۷	جمعیت منطقه
۱۰	۰,۰۴۵۷	تقاضا
۱۱	۰,۰۴۱۷	نزدیکی به مراکز جذب سفر
۱۲	۰,۰۴۱۴	فاصله پارکینگ تا مسیرهای اصلی پیرامون

برای پارکینگ ساختمانی:

❖ معیار اجتماعی با وزن ۰/۲۴۳ شامل زیرمعیارهای

- فاصله از مراکز جذب سفر (مانند مراکز تفریحی، آموزشی، مذهبی و ...)
- فاصله تا مسیرهای اصلی پیرامون
- جمعیت منطقه
- تقاضا (پاسخگو بودن به نیازهای منطقه)

❖ معیار اقتصادی با وزن ۰/۲۵۶۴ شامل زیرمعیارهای

- هزینه تملک زمین
- هزینه ساخت و نگهداری بنا
- بازدهی اقتصادی پارکینگ

❖ معیار فیزیکی/عمرانی با وزن ۰/۲۳۲۰ شامل زیرمعیارهای

- کیفیت ساخت بنا
- سازگاری بنا با محیط‌زیست

❖ معیار شهری با وزن ۰/۲۶۸۶ شامل زیرمعیار

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:08 IRST on Tuesday December 18th 2018

- رعایت قوانین شهر و کشور

در نظر گرفته شدند. جدول (۹) وزن هر زیرمعیار را با رتبه‌بندی آنها نشان می‌دهد.

جدول (۹). نتایج نهایی رتبه‌بندی و وزن‌دهی زیرمعیارهای موثر برای پارکینگ ساختمانی

زیرمعیارها	وزن	رتبه
رعایت قوانین شهر و کشور	۰,۲۶۸۶	۱
کیفیت ساخت بنا	۰,۱۲۳۹	۲
سازگاری بنا با محیط‌زیست	۰,۱۰۸۱	۳
بازدهی اقتصادی پارکینگ	۰,۰۹۷۲	۴
هزینه ساخت و نگهداری بنا	۰,۰۸۲۲	۵
هزینه تملک زمین	۰,۰۷۷	۶
تقاضا	۰,۰۶۳۵	۷
جمعیت منطقه	۰,۰۶	۸
فاصله پارکینگ تا مسیرهای اصلی پیرامون	۰,۰۵۹۹	۹
نزدیکی به مراکز جذب سفر	۰,۰۵۹۷	۱۰

پس از تهیه لایه‌ها و اعمال وزن متناظر به آنها، باید لایه‌های نهایی با یکدیگر تلفیق شوند. نتیجه خروجی این تلفیق لایه‌ها؛ مجموعه مکان‌های بهینه و نیز مکان‌های نامناسب جهت احداث پارکینگ طبقاتی است شامل دو نوع مکانیزه و ساختمانی است. تعدادی از مکان‌های بهینه پیشنهادی در مناطق منتخب جهت ساخت پارکینگ مکانیزه در جدول (۱۰) نمایش داده‌شده‌است.

جدول (۱۰). تعدادی از مکان‌های بهینه ساخت پارکینگ مکانیزه

ناحیه حدودی	منطقه
حوالی خیابان شهید نامجو	۷
جنوب بزرگراه شهید گمنام حوالی میدان گلها	۶
محدوده خیابان آفریقا-ظفر	۳

هم‌چنین تعدادی از مکان‌های بهینه پیشنهادی در مناطق منتخب جهت ساخت پارکینگ ساختمانی در جدول (۱۱) نمایش داده‌شده‌است.

جدول (۱۱). تعدادی از مکان‌های بهینه ساخت پارکینگ ساختمانی

ناحیه حدودی	منطقه
حوالی محدوده آفریقا-ظفر	۳
محدوده خیابان شهید نامجو	۷
خیابان قزوین تقاطع خیابان امین‌الملک	۱۷
محدوده خیابان وحدت اسلامی بین فروزش و مولوی	۱۱

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:08 IRST on Tuesday December 18th 2018

نتیجه گیری

در این پژوهش ابتدا به بررسی مقالات مشابه پیرامون مسئله مکان‌یابی پارکینگ طبقاتی پرداخته شد. معیارها و زیرمعیارهایی از پیشینه پژوهش استخراج شده و طبق نظر خبرگان اعتبارسنجی شدند. با استفاده از روش دنپ فازی که ترکیبی از روش دیمتل و ANP است؛ وزن‌دهی و رتبه‌بندی زیرمعیارها و معیارها انجام شد. با استفاده از سیستم GIS نیز اقدام به مکان‌یابی مناطق مناسب احداث پارکینگ در مناطق منتخب ۳، ۶، ۷، ۱۰، ۱۱ و ۱۷ شد. نقشه مناطق مناسب و نامناسب برای احداث هر دو نوع پارکینگ در اشکال (۲ و ۳) نشان داده شده‌اند. بر این اساس می‌توان نتایج به دست آمده را اینگونه تحلیل نمود که احداث پارکینگ‌های مکانیزه با توجه به نوع قوانین ساخت‌وساز، زلزله‌خیزی مناطق و سایر عوامل موثر که از وزن و اهمیت بالایی نیز برخوردار بودند؛ در مناطق ۷، ۶ و ۳ مناسب‌تر است. برای ساخت پارکینگ‌های ساختمانی، در تمامی مناطق مکان‌های مناسب و بهینه به دست آمدند که نشان از مناسب‌بودن این مناطق برای ساخت پارکینگ ساختمانی دارند.

این پژوهش از منظر در نظر گرفتن دو نوع پارکینگ طبقاتی ساختمانی و مکانیزه دارای تفاوتی اساسی با سایر پژوهش‌های پیشین است. در تمامی پژوهش‌های گذشته؛ مقالات معدودی به مکان‌یابی پارکینگ‌های مکانیزه پرداخته بودند که آن‌ها نیز تنها معیارها و زیرمعیارهای پارکینگ‌های ساختمانی را مورد استفاده قرار داده‌بود. تفاوت دوم، توجه به درنظر گرفتن معیارها و زیرمعیارهای خاص هر پارکینگ برای آن است. در بیشتر مقالات مربوط به مکان‌یابی پارکینگ‌ها؛ معیارهای تکراری و محدودی مانند معیارهای اجتماعی و اقتصادی مورد استفاده قرارگرفتند اما زیرمعیارها و معیارهای انتخاب‌شده برای استفاده در این پژوهش بسیار متنوع‌تر و جامع‌تر است و علاوه بر معیارهای مذکور، معیارهای عمرانی و شهری برای پارکینگ‌های ساختمانی و مکانیزه و معیارهای جغرافیایی و زمین‌شناسی علاوه بر موارد فوق؛ به طور خاص برای پارکینگ‌های مکانیزه مدنظر قرارگرفته‌اند.

روش رتبه‌بندی و وزن‌دهی مورد استفاده در این پژوهش برای معیارها وزیرمعیارهای نهایی موثر بر مکان‌یابی پارکینگ نیز با سایر روش‌های مورد استفاده در پژوهش‌های پیشین متمایز است. با بررسی زیرمعیارها مشخص شد که میان تمامی آنها روابط درونی و شبکه‌ای وجود دارد؛ بنابراین لازم است از روش‌های وزن‌دهی با قابلیت استخراج این روابط استفاده شود. به همین دلیل از روش تحلیل شبکه، مبتنی بر تکنیک دیمتل که اصطلاحاً آن را دَنپ (DANP) می‌نامند، استفاده شده‌است. رویکرد فازی نیز برای مقابله با عدم قطعیت و ابهام موجود در عبارات کلامی پاسخ‌دهندگان مورد استفاده قرار گرفته‌است. در پژوهش‌های پیشین، غالباً از روش رتبه‌بندی AHP و ANP استفاده شده که روشی ساده و قدیمی محسوب می‌شود. با اینکه این روش ترکیبی از دو روش دیمتل و ANP است اما روش جدیدی محسوب می‌شود و نکات اجرایی خاص خود را دارد. استفاده از GIS نیز در مقالات برای مکان‌یابی پارکینگ به ندرت استفاده شده و غالباً به رتبه‌بندی معیارها بسنده کرده‌اند؛ بنابراین استفاده از این روش در این پژوهش نکته مثبت و قابل توجهی است. طراحی و توسعه یک رابط کاربری برای نمایش موقعیت حدودی مکان بهینه ساخت هر یک از دو نوع پارکینگ بخش جدیدی است که در پژوهش‌های مشابه به آن نپرداخته‌اند. این نوع نمایش خروجی بسیار کارا و متناسب است. مجموعه تمامی این بخش‌ها ارائه‌دهنده یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری است که در هیچ یک از پژوهش‌های گذشته پیاده‌سازی نشده‌است.

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:08 IRST on Tuesday December 18th 2018

پیشنهادهای کاربردی

پژوهش‌های بررسی‌شده در بخش پیشینه حاوی مطالب گسترده و مهمی هستند که از میان آنها معیارها و زیرمعیارهای مهم‌تر استخراج شدند. سایر پژوهشگران می‌توانند از معیارها و زیرمعیارهای متعدد دیگری برای مکان‌یابی پارکینگ استفاده کنند که البته لازم است ابتدا به تایید خبرگان برسد. هم‌چنین پیشنهاد می‌شود که انواع پارکینگ‌های مکانیزه؛ به طور مجزا و خاص بررسی شده و معیارهای موثر بر مکان‌یابی آنها نیز استخراج شوند. پیشنهاد دیگر برای بررسی مناطق بیشتر به منظور مکان‌یابی پارکینگ طبقاتی است. در این پژوهش با اینکه ۶ منطقه از مناطق شهر تهران مورد مطالعه قرارگرفتند که حجم کار سنگینی بود؛ اما گسترش مناطق مورد بررسی کاری لازم به نظر می‌رسد.

منابع

احمدی باصری، مظاهر؛ مختاری ملک‌آبادی، رضا؛ مومنی، مهدی. (۲۰۱۲). **کاربرد تکنولوژی‌های جدید در برنامه‌ریزی و مکانیابی پارکینگ‌های عمومی شهر اصفهان (مطالعه موردی منطقه۵).** جغرافیا و مطالعات محیطی, **۱(۴)**, ۷۹-۹۹.

خاکسار، حسن؛ اعتصام، هادی.(۱۳۸۷). **بررسی موضوع ترافیک ساکن و نحوه مدیریت آن در کلان شهرها**، چهاردهمین کنفرانس دانشجویان مهندسی عمران سراسر کشور، سمنان.

ذکراللهی، محمد. (۱۳۸۰). **روش‌شناسی مکان‌یابی و قیمت‌گذاری توقفگاه‌های تجمعی**، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشکده عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران.

سرور، رحیم؛ یحیی پور، ایرج. (۱۳۹۳). **مکان‌یابی بهینه پارکینگ‌های طبقاتی بر اساس مدل تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و منطق بولین (Boolean)(مطالعه موردی: منطقه ۱۵ شهرداری تهران)**. مجله سپهر، **۲۳** (۹۰).

صادقی دروازه،سعید؛ قاسمی، احمدرضا؛ رسولی تیله نوئی، ندا؛ شول، عباس. (۲۰۱۸). **مکان‌یابی پارکینگ های مکانیزه با رویکرد توسعه پایدار (مورد مطالعه: شهر قم) .**فصلنامه علمی-پژوهشی اقتصاد و مدیریت شهری. **۶ (۲۱)**، ۱۱۱-۱۲۷.

طالبی، رضا. (۱۳۸۹). **مکان گزینی بهینه پارکینگ های طبقاتی شهر تهران؛ مطالعه موردی: منطقه هفت شهرداری تهران (با بررسی روشهای مختلف وزندهی و تلفیق اطلاعات نظیر وزندهی تخصیص امتیاز، AHP nine degree و Fuzzy AHP و روش همپوشانی شاخص و فازی بعنوان روش تلفیق)**. دوفصلنامه مدیریت شهری، **۲۹**، ۱۱۹-۱۳۲.

قنادزاده، مهران؛ شکوری، شیده. (۱۳۹۵). **مکان‌یابی پارکینگ‌های طبقاتی شهر تهران ;مطالعه موردی: منطقه ۳ تهران**. دومین همایش بین‌المللی معماری، عمران و شهرسازی در آغاز هزاره سوم.

[کامیابی, سعید؛ طاهری, سید مجتبی. (۲۰۱۵). **بررسی و مکان‌یابی مراکز پارکینگ طبقاتی با استفاده از روش AHP و TOPSIS (مطالعه موردی: شهر سمنان)**. فصلنامه مطالعات ساختار و کارکرد شهری, **۳(۹)**: ۲۷-۴۱.

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:08 IRST on Tuesday December 18th 2018

متکان، علی اکبر؛ شکیبا، علیرضا؛ پورعلی، سیدحسین؛ عبادی، عیسی. (۱۳۸۸).**تصمیم‌گیری قطعی و فازی در مکان‌یابی پارکینگ‌های عمومی طبقاتی**. فصلنامه علوم محیطی، **۳ (۶)**: ۲۰۷-۲۲۲.

Aktas, A., & Kabak, M. (2016). **A model proposal for locating wind turbines**. Procedia Computer Science, **102**, 426-433.

Camacho, C. (2008). **U.S. Patent Application**. **11**,770-647.

Baban, S. M., & Parry, T. (2001). **Developing and applying a GIS-assisted approach to locating wind farms in the UK**. Renewable energy, **24(1),** 59-71.

Badri, M. A., Mortagy, A. K., & Alsayed, C. A. (1998). **A multi-objective model for locating fire stations.** European Journal of Operational Research, **110(2),** 243-260.

Boffey, T. B., Mesa, J. A., Ortega, F. A., & Rodrigues, J. I. (2008). **Locating a low-level waste disposal site.** Computers & Operations Research, **35(3),** 701-716.

Bozorgi-Amiri, A., Tavakoli, S., Mirzaeipour, H., & Rabbani, M. (2017). **Integrated locating of helicopter stations and helipads for wounded transfer under demand location uncertainty.** The American journal of emergency medicine, **35(3),** 410-417.

Christiansen, P., Engebretsen, Q. Fearnley, N., & Hanssen, J. U. (2017). **Parking facilities and the built environment: Impacts on travel behaviour.** Transportation Research Part A: Policy and Practice, **95**, 198-206.

Farzanmanesh, R., Naeeni, A. G., & Abdullah, A. M. (2010). **Parking site selection management using Fuzzy logic and Multi Criteria Decision Making.** Environment Asia, **3(3),** 109-116.

Fraile, A., Larrodé, E., Magreñán, Á. A., & Sicilia, J. A. (2016). **Decision model for siting transport and logistic facilities in urban environments: A methodological approach**. Journal of Computational and Applied Mathematics, **291**, 478-487.

Halseth, G., & Rosenberg, M. W. (1991**). Locating emergency medical services in small town and rural settings.** Socio-Economic Planning Sciences**, 25(4),** 295-304.

Han, X., & Patterson, P. (2017). **The effect of information availability in a user interface (UI) on in-vehicle task performance: A pilot study**. International Journal of Industrial Ergonomics, **61**, 131-141.

Jelokhani-Niaraki, M., & Malczewski, J. (2015). **A group multicriteria spatial decision support system for parking site selection problem: A case study**. Land Use Policy, **42**, 492-508.

Kumar, S., & Bansal, V. K. (2016). **A GIS-based methodology for safe site selection of a building in a hilly region.** Frontiers of Architectural Research, **5(1),** 39-51.

Kuo, R. J., Chi, S. C., & Kao, S. S. (2002**). A decision support system for selecting convenience store location through integration of fuzzy AHP and artificial neural network**. Computers in industry**, 47(2),** 199-214.

Mazzuto, G., Stylios, C., & Bevilacqua, M. (2018). **Hybrid Decision Support System based on DEMATEL and Fuzzy Cognitive Maps.** IFAC-PapersOnLine, **51(11),** 1636-1642.

Nourinejad, M., Bahrami, S., & Roorda, M. J. (2018). **Designing parking facilities for autonomous vehicles**. Transportation Research Part B: Methodological, **109**, 110-127.

Sennaroglu, B., & Celebi, G. V. (2018). **A military airport location selection by AHP integrated PROMETHEE and VIKOR methods**. Transportation Research Part D: Transport and Environment, **59**, 160-173.

Tahri, M., Hakdaoui, M., & Maanan, M. (2015). **The evaluation of solar farm locations applying Geographic Information System and Multi-Criteria Decision-Making methods: Case study in southern Morocco.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, **51**, 1354-1362.

Thomas, D., & Kovoor, B. C. (2018). **A genetic algorithm approach to autonomous smart vehicle parking system.** Procedia Computer Science, **125**, 68-76.

Vlachopoulou, M., Silleos, G., & Manthou, V. (2001). **Geographic information systems in warehouse site selection decisions**. International journal of production economics, **71(1-3),** 205-212.

Wang, J., Zhang, X., & Zhang, H. M. (2016). **Parking permits management and optimal parking supply considering traffic emission cost**. Transportation Research Part D: Transport and Environment.

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:08 IRST on Tuesday December 18th 2018